

УДК 536.24:621.165:66.047,0:628.84

*Э. Г. БРАТУТА, канд. техн. наук,  
А. Р. ПЕРЕСЕЛКОВ, Л. А. ЗАНОЧКИН*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФАКЕЛОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ФОРСУНОК**

Одно из направлений при оптимизации тепломассообменных аппаратов контактного типа — увеличение плотности размещения распылителей, позволяющее уменьшить габариты аппарата.

До настоящего времени при проектировании оборудования [1], а также при формировании математической модели процессов обмена [2] считалось, что изменением величины межфазной поверхности за счет взаимодействия факелов распылителей можно пренебречь.

Вместе с тем при создании эффективных аппаратов с высокой плотностью орошения указанное допущение нуждается в экспериментальной проверке. Необходимость в постановке специальных опытов определяется и тем, что в литературе полностью отсутствуют результаты исследования деформации функции распределения капель по размерам при взаимодействии факелов.

Изучение данного процесса проводилось с помощью счетно-импульсного метода [3] измерения размеров капель. В условиях значительного изменения траекторий движения капель в зоне взаимодействия вплоть до наличия встречных дисперсных потоков указанный метод [4] оказался единственно возможным.



Вначале измерения проводились при одной действующей форсунке в нескольких точках контрольного сечения. Затем в том же сечении измерения велись при одновременной работе распылителей.

Результаты измерений в отдельных точках сечений обрабатывались в виде дифференциальных функций распределения объема капель по размерам

$$v(D) = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta D}, \quad (1)$$

где  $V$  — общий объем капель;

$\Delta V$  — объем капель, приходящийся на интервал размеров капель  $\Delta D$

Известно, что дисперсный состав в различных точках сечения факела оказывается заметно неодинаковым. В средней части сечения, где локальный расход массы капель  $g_i$  достигает максимума, находятся более крупные капли, а в точках  $a$  и  $b$  ( $c$  и  $d$ ) — более

мелкие. В связи с этим разработана специальная методика приведения локальных функций распределения  $v(x_i, y_i, D)$  к единой функции  $\bar{v}(D)$ , отражающей дисперсный состав капель во всем контрольном сечении.

Для этого после определения локальных функций распределения весь спектр обнаруженных размеров капель от 0 до  $D_{\max}$  делится на ряд групп, в которых заключены капли с размерами от  $D_i$  до  $D_i + \Delta D$ . Для каждой конкретной группы по всем локальным функциям распределения вычисляется величина вида

$$\bar{v}(D_i) = \frac{\sum_{i=1}^n v(x_i, y_i, D_i) g(x_i, y_i) \Delta F_i}{\sum_{i=1}^n g(x_i, y_i) \Delta F_i}, \quad (2)$$

где  $v(x_i, y_i, D_i)$  — локальное значение  $i$ -й функции распределения в интервале  $D_i + \Delta D$ ;  $g(x_i, y_i)$  — локальный расход капель через выделенную  $i$ -ю площадку  $\Delta F_i$ , центр которой имеет координаты  $(x_i, y_i)$ . Из (2) с учетом (1) видно, что величина  $\bar{v}(D_i)$  представляет собой ординату приведенной функции распределения, соответствующую размеру капель  $D_i$ . Проведя подобную операцию для всех групп капель, можно построить график приведенной функции распределения  $\bar{v}(D)$ .

Опыты показали, что при обеих схемах расположения распылителей наблюдается эффект дробления капель, существенно превалирующий над возможной коагуляцией сталкивающихся капель. Типичные кривые приведенных дифференциальных функций распределения (при  $L = 50$  мм) показаны на рисунке. Сравнительно с исходным дисперсным составом (кривая 1) очевидно уменьшение размеров капель при параллельном (кривая 2) и при встречном (кривая 3) расположениях форсунок. Относительное уменьшение модальных размеров капель  $D_m$  или эффект вторичного дробления  $\delta$  составляет соответственно 1,3 и 1,45.

Опыты, выполненные при других расстояниях  $L$  и обработанные аналогичным образом, показали, что при встречном расположении форсунок эффект вторичного дробления  $\delta$  медленно уменьшается с ростом  $L$  (кривая 4), оставаясь достаточно ощутимым вплоть до  $L = 300$  мм. При параллельном размещении распылителей (кривая 5)  $\delta$  падает более интенсивно, и для указанного типа форсунок при  $\Delta P = 4$  бар и  $L = 300$  мм вторичное дробление практически не наблюдается ( $\delta = 1$ ).

При взаимодействии форсунок, для которых исходная структура факелов более грубодисперсна ( $D_m = 1,4 - 1,35$  мм), обнаружено, что в этом случае эффект вторичного диспергирования  $\delta$  при встречном расположении форсунок достигал 2,2.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в контактных аппаратах с обычным и тем более плотным размещением распылителей нельзя пренебрегать влиянием взаимодействия факелов, но позволяют сделать и другие практические выводы.

По результатам исследования влияния перепада давлений воды  $\Delta P$  на параметры функции распределения [5] можно также сделать вывод об увеличении суммарной дисперсной поверхности 1 кг жидкости в 1,5 раза (эквивалентное практически такому же уменьшению величины  $D_m$ ) при необходимости увеличить энергозатраты почти в шесть раз.

В то же время из приведенного рисунка видно, что соответствующее расположение форсунок может привести к тому же эффекту дробления, что и шестикратное увеличение энергозатрат. Последнее доказывает, что при проектировании аппаратов контактного типа целенаправленная организация взаимодействия распылителей может быть использована как интенсивное и энергетически рациональное средство управления межфазной поверхностью тепломассообмена.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лыков М. В., Леончик Б. И. Распылительные сушилки. М., Химиздат, 1966. 368 с.
2. Динцин В. А. Исследование тепломассообмена и оптимизация конструкций камер орошения. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Л., 1974. 23 с.
3. Вискс М., Даклер А. Новый метод измерения распределения размеров капель электропроводной жидкости в двухфазном потоке. — В кн.: Достижения в области теплообмена. М., 1970, с. 170—187.
4. Братута Э. Г., Переселков А. Р. Счетно-импульсный метод исследования распределения капель по размерам в дисперсных потоках. — В кн.: Энергет. машиностроение. Вып. 16. Харьков, 1973, с. 72—73.
5. Братута Э. Г., Переселков А. Р. Отработка метода измерения капель в газожидкостном потоке. — «Энергетика». Вып. VIII. Киев, 1974, с. 14—15.